

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**CLINOMETER**

**Patent number:** JP2000337872  
**Publication date:** 2000-12-08  
**Inventor:** TODA RISAKU; ESASHI MASAKI  
**Applicant:** BALL SEMICONDUCTOR KK.; ESASHI MASAKI  
**Classification:**  
- international: G01C9/06; G01C9/10  
- european:  
**Application number:** JP19990151872 19990531  
**Priority number(s):**

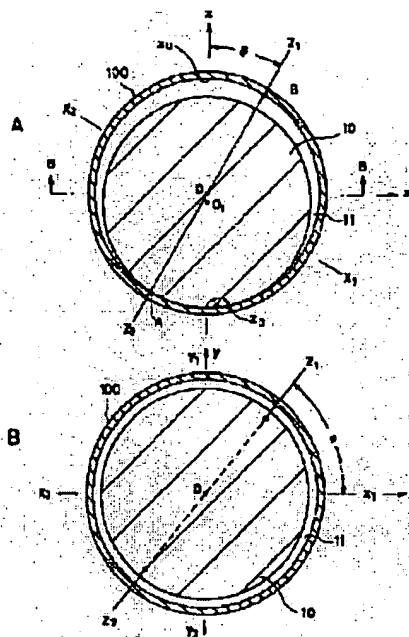
**Also published as:**

US6505409 (B2)  
US2002073563 (A1)

**Abstract of JP2000337872**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a clinometer of small size by constituting the clinometer in which a plurality of electrodes are mounted on the spherical inner face of a sphere shell part which surrounds a spherical mass part and which comprises a reference axial line, signals from the electrodes are input and the angle of inclination of the reference axial line is computed.

**SOLUTION:** The outside diameter of a spherical mass part 10 is made smaller than the inside diameter of the spherical inner face of a sphere shell part 100, and a gap 11 is formed between both. A plurality of electrodes are installed on the inner face of the sphere shell part 100, and an electric circuit pattern is formed. The spherical mass part 10 can be moved freely at the inside of the sphere shell part 100, and, when it is at a standstill, it stands still in the lowermost point on the inner face of the sphere shell part 100. When points in which a reference axis Z1-Z2 cross the inner face of the sphere shell part 100 are designated as A and B, the inclination amount between the contact point of the spherical mass part 10 with the sphere shell part 100 and the crossing A and the inclination amount between a point Z in which the gap becomes maximum and the crossing B are respectively proportional to an angle of inclination  $\theta$ . Consequently, when a point ZD in which the gap between the spherical part 10 and the spherical shell part 100 becomes zero is found, or the point Zu in which the gap becomes maximum is found, it is possible to obtain the angle of inclination  $\theta$ .



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-337872

(P2000-337872A)

(43) 公開日 平成12年12月8日 (2000.12.8)

(51) Int. Cl.

G 0 1 C 9/06  
9/10

識別記号

F I

G 0 1 C 9/06  
9/10

テーマコード(参考)

E

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-151872

(22) 出願日 平成11年5月31日 (1999.5.31)

(71) 出願人 397060142

ボールセミコンダクター株式会社  
千葉県流山市南流山4丁目1番地の7

(71) 出願人 000167989

江刺 正吾  
宮城県仙台市太白区八木山南1丁目11番地  
9

(72) 発明者 戸田 理作

千葉県流山市南流山4丁目1番地の7 ボールセミコンダクター株式会社内

(74) 代理人 100080983

弁理士 松隈 秀盛

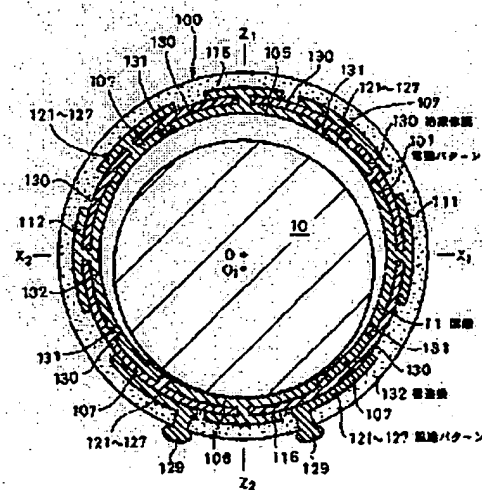
最終頁に続く

(54) 発明の名称 傾斜計

(57) 要約

【課題】極めて小型の傾斜計を提供することを目的とする。

【解決手段】傾斜計は、球形筐蓋部と、該球形筐蓋部を囲み基準軸線を有する球殻部と、該球殻部の球面状の内面に装着され上記基準軸線周りに対称的に配置された複数の電極と、該電極からの信号を入力して上記基準軸線の傾斜角を演算する演算部とを有する。



本発明による傾斜計の構造の例

(2)

特開2000-337872

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 球形質量部と、該球形質量部を囲み基準軸線を有する球殻部と、該球殻部の球面状の内面に装着された複数の電極と、を有し、該電極からの信号を入力して上記基準軸線の傾斜角を演算するように構成されている傾斜計。

【請求項2】 請求項1記載の傾斜計において、上記電極からの信号を入力して上記基準軸線の傾斜方向を検出するように構成されていることを特徴とする傾斜計。

【請求項3】 請求項1記載の傾斜計において、上記電極は互いに直交する3軸に沿って配置された6個の電極を含むことを特徴とする傾斜計。

【請求項4】 請求項1記載の傾斜計において、上記電極は正多面体の各面に対応した位置に配置されていることを特徴とする傾斜計。

【請求項5】 請求項1記載の傾斜計において、上記電極は複数の経度方向及び緯度方向に沿って分割されたメッシュ状電極からなることを特徴とする傾斜計。

【請求項6】 請求項1記載の傾斜計において、上記球形質量部と上記電極の各々の間の静電容量より上記基準軸線の傾斜角を演算するように構成されていることを特徴とする傾斜計。

【請求項7】 請求項1記載の傾斜計において、上記球形質量部と上記電極が接触することによって閉回路が形成され、該閉回路を構成する上記電極を検出することによって上記基準軸線の傾斜角を演算するように構成されていることを特徴とする傾斜計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、水平面又は垂直軸に対する傾斜角を検出するための傾斜計又はクリノメータに関する。本発明は特に、ロボティクス、バーチャルリアリティー製品等を使用して好適な極めて小型の傾斜計又はクリノメータに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ロボティクス、バーチャルリアリティー等、メカトロニクスの分野にて様々な製品が開発されている。これらの製品には極めて小型のセンサ類が使用される。このようなセンサ類として、ジャイロ、加速度計、傾斜計等がある。

【0003】 従来、傾斜計として、様々な原理を利用した形式のものが使用されている。典型的には、容器に液体を封入し、液面の傾斜を計測することによって傾斜角を計測するように構成された傾斜計が、良く知られ且つ使用されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の傾斜計は、メカトロニクス製品の様々な用途に適合可能な程度に小型化することは困難であった。特に、液面の傾斜を利用する形式の傾斜計は小型化が困難である。

2

【0005】 本発明は斯かる点に鑑み、寸法が極めて小さい傾斜計を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の傾斜計は、球形質量部と、該球形質量部を囲み基準軸線を有する球殻部と、該球殻部の球面状の内面に装着された複数の電極と、を有し、該電極からの信号を入力して上記基準軸線の傾斜角を演算するように構成されている。

【0007】 従って、本発明の傾斜計は極めて小型の装置として構成することができる。

【0008】 本発明によると更に、上記電極からの信号を入力して上記基準軸線の傾斜方向を検出するように構成されている。上記電極は互いに直交する3軸に沿って配置された6個の電極を含む。上記電極は正多面体の各面に対応した位置に配置されている。上記電極は複数の経度方向及び緯度方向に沿って分割されたメッシュ状電極からなる。上記球形質量部と上記電極の各々の間の静電容量より上記基準軸線の傾斜角を演算するように構成されている。

【0009】

【発明の実施の形態】 図1を参照して本発明による傾斜計の例を説明する。本例の傾斜計は、球形質量部10とそれを囲む球殻部100とを有する。球形質量部10の外周は球殻部100の球面状内面の内径より僅かに小さい。球形質量部10の周囲には間隙11が形成される。この間隙11は、開放空間であってよいが、好ましくは密閉空間である。また、この間隙は真空であってよいが、適当な不活性ガス又は液体によって充填されてよい。

【0010】 球形質量部10は球殻部100内にて自由に動くことができる。傾斜計が静止しているとき、球形質量部10（中心をO<sub>1</sub>とする。）は球殻部100（中心をO<sub>2</sub>とする。）の球面状内面の最下端にて静止する。球形質量部10の直径は数ミリメートル以下であり、例えば、1mmであってよい。間隙11の厚さは、球形質量部10の最上端にて最大となるが、平均は、数μmであってよい。

【0011】 球殻部100は、最も内側の電極101～106及び107（図1では電極101、102、105、106、107のみ図示）とその外側の絶縁体層130とその外側の電路パターン111～117及び121～127とその外側の構造層132とを有する。電極101～106及び107は、絶縁体層130の一部である細い絶縁部131によって互いに分離されており、各電極には対応する電路パターン111～117及び121～127が電気的に接続されている。

【0012】 尚、球殻部100の下端にはパンプ129が形成されている。パンプ129は構造層132に形成された孔に装着され、電路パターン111～117及び121～127に接続されている。

(3)

特開2000-337872

3

【0013】電極101～106、107及び電路パターン111～117及び121～127は導電体、例えば、金属膜によって形成され、絶縁体膜130及び絶縁部131は絶縁体、例えば、二酸化ケイ素 $SiO_2$ によって形成される。構造膜132は絶縁体、例えば、熱硬化性樹脂より形成される。

【0014】本例では、構造膜132の厚さは、電極、電路パターン及び絶縁体膜に比べて、大きい。従って、構造膜132は、内側の構成部を保護する保護膜として機能すると同時に球殻部100に構造的強度を提供する。

【0015】図2を参照して説明する。図2は球形質量部10と電極101～107のみを示し、球殻部100の他の構成部、即ち、絶縁体膜130、電路パターン111～117及び121～127及び構造膜132は省略して描かれている。

【0016】図示のように、球殻部100の中心に原点Oをとり、原点Oを通る直交3軸を設定する。傾斜計が水平面上に配置されているときに、水平面上にX、-X、Y、-Y、Z、-Z、軸をとり、垂直にZ、-Z、軸をとる。

【0017】本例によると、電極は、X、-X、軸に沿って配置された第1及び第2の傾斜検出電極101及び102とY、-Y、軸に沿って配置された第3及び第4の傾斜検出電極103及び104とZ、-Z、軸に沿って配置された第5及び第6の傾斜検出電極105及び106と、これらの傾斜検出電極の間に配置されたシールド電極107とを含む。

【0018】この例では、6個の傾斜検出電極101～106は円形であり、シールド電極107は6個の傾斜検出電極101～106の残りの部分を占めるように形成されている。

【0019】図3を参照して説明する。図3は図1に示す傾斜計より構造膜132を除去した球殻部100の外観を示す図である。図3Aは、本例の傾斜計をY、軸方向に沿って見た図であり、図2BはZ、軸方向に沿って見た図である。絶縁体膜130の外面上には上述のように電路パターン111～117及び121～127が形成されている。電路パターンは図示のように、電極101～106、107に接続された端子パターン111～116、117とこれらの端子パターン111～116、117より延在する配線パターン121～126、127とを有する。

【0020】図3Bに示すように、これらの配線パターン121～126、127の先端部は、球殻部100の下側に集中化されている。配線パターン121～126、127の先端部は、例えば、図示のように、同一円に沿って配置されている。配線パターン121～126、127の先端部は、図1に示したようにパンプに接続される。

4

【0021】図4及び図5を参照して本例の傾斜計の動作を説明する。図示のように、空間に直交3軸、即ち、x、y、z軸を設定する。図5に示すように、空間上の点Pは球座標 $(r, \theta, \phi)$ によって表される。

【0022】

$$[数1] \quad x = r \sin \theta \cos \phi$$

$$y = r \sin \theta \sin \phi$$

$$z = r \cos \theta$$

【0023】上述のように、球殻部100に、直交3軸、即ち、X、-X、軸、Y、-Y、軸及びZ、-Z、軸が設定されている。このうちの1軸、例えば、Z、-Z、軸を傾斜計の基準軸とする。垂直軸、即ち、Z軸に対する基準軸Z、-Z、の傾斜角 $\theta$ が、傾斜計及び検測対象の傾斜角である。

【0024】本例によると、基準軸Z、-Z、の傾斜角 $\theta$ の他に、基準軸Z、-Z、の傾斜方向又は方位角 $\phi$ が求められる。

【0025】球形質量部10は、球殻部100の内部にて自由に動くことができるが、傾斜計が静止すると、球殻部100の内面の最下点にて静止する。図示のように、基準軸Z、-Z、が球殻部100の内面と交差する点をA、Bとする。基準軸Z、-Z、の傾斜角 $\theta$ がゼロのとき、球形質量部10は下側の交差点Aにて球殻部100と接し、上側の交差点Bにて球殻部100と最大の隙間を形成する。

【0026】基準軸Z、-Z、が垂直軸、即ち、Z軸に対して傾斜すると、球形質量部10が球殻部100と接する点Z、は下側の交差点Aより偏倚する。球形質量部10と球殻部100の接点Z、と下側の交差点Aの間の偏倚量は傾斜角 $\theta$ に比例する。同様に、基準軸Z、-Z、が垂直軸、即ち、Z軸に対して傾斜すると、球形質量部10と球殻部100の間の隙間が最大となる点Z、は上側の交差点Bより偏倚する。隙間が最大となる点Z、と上側の交差点Bの間の偏倚量は傾斜角 $\theta$ に比例する。

【0027】従って、球殻部100の内面上の球形質量部10が球殻部100と接する点、即ち、球形質量部10と球殻部100の間の隙間がゼロとなる点Z、が求められれば傾斜角 $\theta$ が得られる。同様に、球殻部100の内面上の球形質量部10と球殻部100の間の隙間が最大となる点Z、が求められれば傾斜角 $\theta$ が得られる。隙間がゼロとなる点Z、又は隙間が最大となる点Z、は、傾斜検出電極からの出力信号によって求められる。

【0028】図6を参照して説明する。図6は球形質量部10と6個の傾斜検出電極101～106をコンデンサ501～506によって置き換えた等価回路を示す。球形質量部10と電極は導電性材料より構成され、両者はコンデンサを形成する。尚、電極101～106及び球形質量部10の表面は適当な非導電体膜によって被膜されてよい。各コンデンサの静電容量は、コンデンサの間隔によって変化する。即ち、各コンデンサの静電容量

特開2000-337872

5

は、そのコンデンサを構成する球形質量部10と傾斜検出電極との距離によって変化する。

【0029】各コンデンサ501～506の静電容量の変化は各コンデンサに印加する電圧 $V_{x1}$ 、 $V_{x2}$ 、 $V_{y1}$ 、 $V_{y2}$ 、 $V_{z1}$ 、 $V_{z2}$ の変化量を検出することによって検出することができる。

【0030】コンデンサ501～506の静電容量を測定することによって、球殻部100の内面上の空隙がゼロとなる点Z、又は空隙が最大となる点Z、が得られる。こうして、空隙がゼロとなる点Z、又は空隙が最大となる点Z、が得られると、それより、基準軸Z、-Z、の傾斜角及び傾斜方向が求められる。

【0031】図7を参照して傾斜検出電極の形状の他の例を説明する。傾斜検出電極は、好ましくは、球殻部100の球面状内面に点対称に形成される。傾斜検出電極の点対称的な配置は、例えば、正多面体を利用して形成される。球殻部100の内面100Aに内接する正多面体を想定する。球殻部100の中心Oに点光源を配置し、その光によって正多面体の各面の投影像を球殻部100の内面100Aに投射する。こうして球殻部100の球面状内面上に正多面体の各面に対応した電極形状が描かれる。図7には正12面体及び正20面体が描かれているが、他の正多面体も可能である。

【0032】図8を参照して傾斜電極の形状の更に他の例を示す。本例では、傾斜電極はメッシュ状に形成されている。球殻部100の内面に、図示のように多数の緯度方向の分離線及び経度方向の分離線によって互いに分割された多数の傾斜検出電極が形成されている。こうして多数のメッシュ状の電極を用いることによって、空隙がゼロとなる点Z、又は空隙が最大となる点Z、が容易に得られる。

【0033】先ずメッシュ状電極の各々に番号を付与し、各電極の緯度及び経度を予め求める。メッシュ状電極の面積は十分小さく、各電極の緯度及び経度はその中心位置の緯度及び経度によって表される。即ち、球形質量部10の接触点は、球形質量部10が接触している電極の中心位置であると近似してよい。球形質量部10が接触している電極の番号を検出することによって、その電極の緯度及び経度が求められる。こうして検出された電極の緯度及び経度は基準軸Z、-Z、の傾斜角及び傾斜方向を示す。

【0034】図9及び図10を参照して本発明による傾斜計の他の例を説明する。図10は図9の傾斜計の球形質量部10と電極の等価回路を示す。電極の形状は特に図示されていないが、上述のいずれの電極の例が使用されてもよい。本例によると、互いに隣接する2つの電極によってスイッチ161～164が構成される。隣接する電極の一方に直流電源160を接続し、隣接する電極の他方に電圧検出用の出力端子151、152、153、154を接続する。

(4)

5

【0035】球形質量部10及び電極又はそれらの表面を導電体によって形成する。図9Bに示すように、球形質量部10が最下端にある隣接する2つの電極に接触すると、その2つの電極は電気的に接続される。即ち、最下端にある隣接する2つの電極によって構成されるスイッチはオンとなる。

【0036】球形質量部10が接触する電極は最下端の電極だけである。即ち、球形質量部10によってオンとなるスイッチは1つだけであり、他のスイッチはオフとなっている。従って、オンとなっているスイッチを検出することによって最下端にある電極が知られる。最下端の電極が判れば、上述のように基準軸の傾斜角及び傾斜方向が検出される。

【0037】尚、球形質量部10が最下端の2つの電極に接触している場合には、それに対応したスイッチがオンとなるが、球形質量部10が最下端の1つの電極にのみ接触している場合には、オンとなるスイッチはない。しかしながら、この場合、傾斜計を僅かに動かし、球形質量部10を、いずれかの互いに隣接する2つの電極に接触させることによって、そのスイッチがオンとなる。

【0038】以上本発明の実施例について詳細に説明したが、本発明は上述の実施例に限ることなく本発明の要旨を逸脱することなく他の種々の構成が採りうることは当業者にとって容易に理解されよう。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、球形質量部とその周囲に且つそれに近接して配置された電極からなる極めて小型の傾斜計を提供することのできる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の傾斜計の構造の例を示す図である。

【図2】本発明の傾斜計の電極の例を示すための説明図である。

【図3】本発明の傾斜計の電極及び配線パターンを示す説明図である。

【図4】本発明の傾斜計の動作を説明するための説明図である。

【図5】球殻部を説明する説明図である。

【図6】本発明の傾斜計の等価回路を示す図である。

【図7】本発明の傾斜計の電極の他の例を示す図である。

【図8】本発明の傾斜計の電極の更に他の例を示す図である。

【図9】本発明の傾斜計の更に他の例を示す図である。

【図10】図9の傾斜計の電極の等価回路を示す図である。

【符号の説明】

10…球形質量部、 11…空隙、 100…球殻部、  
101、102、103、104、105、106…  
電極パターン、 107…シールド電極、 111、112、113、114、115、116、117…端子

(5)

特開2000-337872

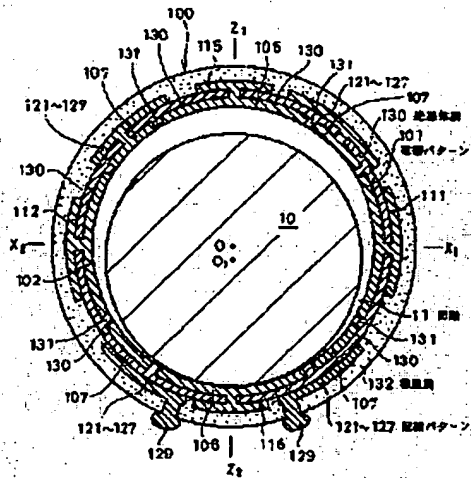
7

8

パターン、121、122、123、124、125、126、127…配線パターン、129…バン \*

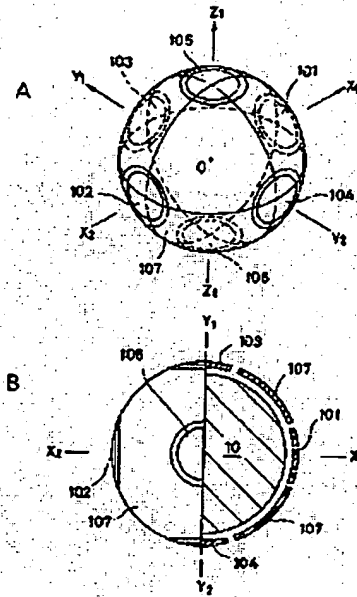
\*フ、130…絶縁体膜、132…溝道膜

【図1】



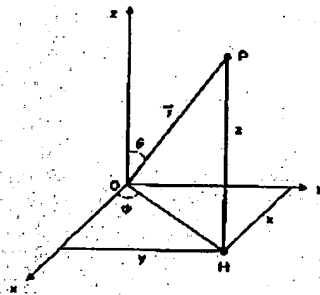
本発明による傾斜計の構造の例

【図2】

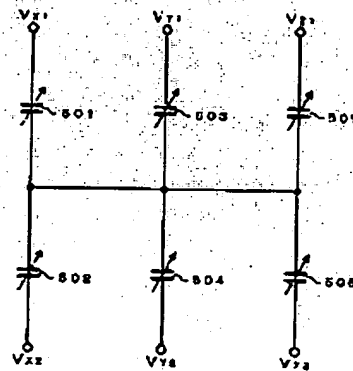


本発明による傾斜計の例

【図5】

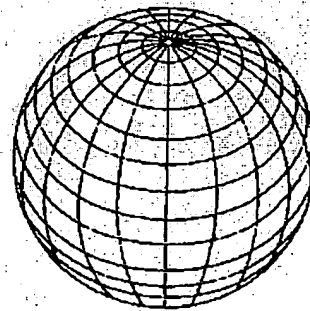


【図6】



コンデンサを含む等価回路

【図8】

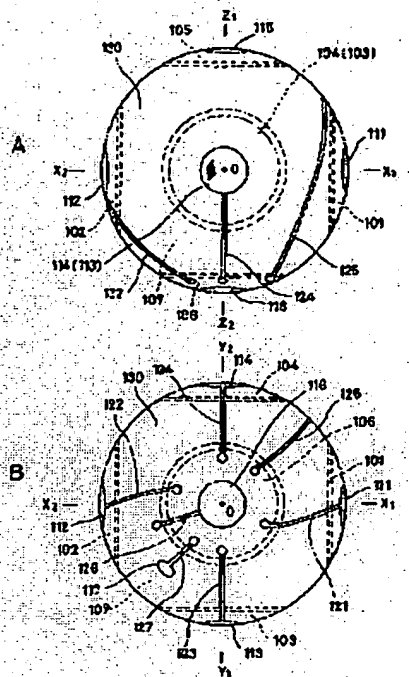


メッシュ状電極の例

(5)

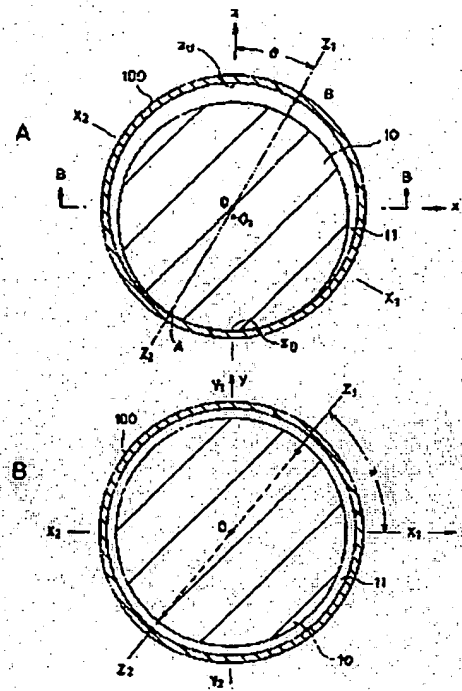
特開2000-337872

【図3】



本発明による傾斜計の配線パターン例

【図4】



傾斜計の動作

【図10】

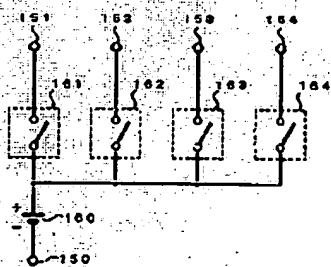


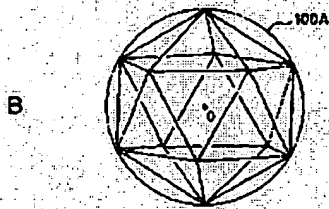
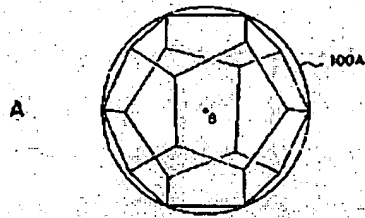
図9の等価回路例



(7)

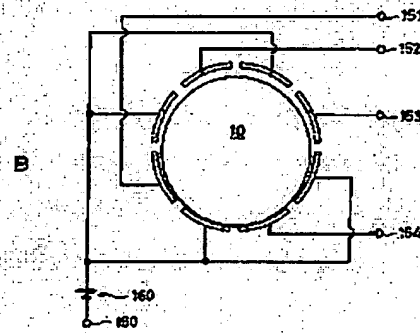
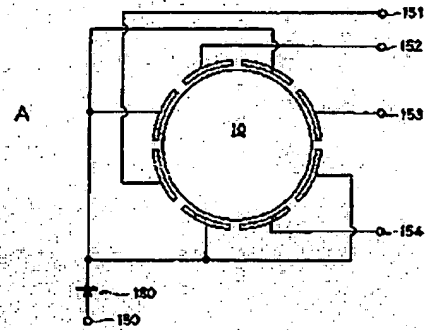
特開2000-337872

【図7】



点対称電極の例

【図9】



本発明による傾斜計の他の例

フロントページの続き

(72)発明者 江刺 正彦

宮城県仙台市太白区八木山南1丁目11番地

9